

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA**

Sveučilišni preddiplomski studij računarstva

FOTODOKUMENTACIJA TEHNIČKIH SUSTAVA

Završni rad

Josip Papež

Osijek, 2019.

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Zadatak završnog rada	1
2. DOKUMENTIRANJE I TEHNIČKI SUSTAVI.....	2
3. POVIJESNI RAZVOJ FOTOGRAFIJE	10
3.1. Fotografski procesi u boji	11
3.2. Digitalna fotografija.....	13
4. FOTOGRAFIJA.....	14
4.1. Klasična fotografija.....	14
4.2. Digitalna fotografija.....	17
5. PRAKTIČNA PRIMJENA FOTODOKUMENTACIJE TEHNIČKIH SUSTAVA	24
5.1. Dokumentiranje elektroenergetskog razvoda	24
5.2. Servis mobilnih i kućanskih uređaja.....	26
5.3. Primjena fotodokumentacije u građevini.....	29
5.3.1. Građevinska dokumentacija.....	29
5.3.2. Građevinski radovi.....	31
5.3.3. Povremeno održavanje.....	31
6. ZAKLJUČAK	33
LITERATURA	34
SAŽETAK.....	37
ABSTRACT	38
ŽIVOTOPIS	39

1. UVOD

Prije mnogo godina ljudi su počeli crtati i pisati razne događaje iz svakodnevnog života po kamenju, pločicama, papiru i tlu kao način čuvanja određenih događaja, tj. informacija. Taj čin zapisivanja ili zacrtavanja mogli bismo nazvati dokumentiranjem. Dokumentirati se može na različite načine poput zapisivanja, snimanja pa čak i fotografiranja. U ovom završnom radu govorit će se o fotodokumentiranju. Fotodokumentacija je dokumentiranje fotografijom koje se koristi u razne svrhe, a u ovom slučaju koristit će se u svrhu dokumentiranja tehničkih sustava. Tehnički sustavi mogu se odnositi na materijalne objekte koji su od koristi ljudima, kao što su strojevi, sklopovlje, ali mogu obuhvatiti i veće područje kao što su sustavi, metode organizacije i tehnike, i sl. [1].

Na samom početku, u drugom poglavlju ovog završnog rada definirat će se pojmovi koji će nam biti bitni u završnom radu a služe kao primjer tehničkih sustava i dokumentiranja.

U trećem će se poglavlju pojasniti i dati kratki pregled razvoja fotografije kroz povijest i raznih načina koje su primjenjivali izumitelji prvih metoda snimanja fotografije.

Zatim ćemo u četvrtom poglavlju objasniti vrste fotografije i njihova ograničenja pri snimanju fotografije u fotometriji. Govorit će se o ograničenjima zapisa te važnosti digitalnog negativa.

Naposljetku, u petom ćemo poglavlju opisati i na praktičnom primjeru prikazati fotodokumentaciju raznih tehničkih sustava koji će nam pojasniti kako treba izgledati sama fotodokumentacija.

1.1. Zadatak završnog rada

Zadatak završnog rada je objasniti razvoj fotografije kroz povijest kako bismo mogli razumjeti dokumentiranje fotografijom te pojasniti pojam fotografije, njezine vrste i njezina ograničenja u postupku zapisa. Na praktičnom primjeru prikazat ćemo fotodokumentaciju kako bismo zaokružili cijelu temu završnog rada i shvatili kako se može koristiti i što je fotodokumentacija.

2. DOKUMENTIRANJE I TEHNIČKI SUSTAVI

Kako bismo znali što oni zapravo predstavljaju, potrebno je prije svega definirati pojmove dokumentacije i tehničkog sustava.

Tehnički sustavi mogu se odnositi na materijalne objekte koji su od koristi ljudima, kao što su strojevi ili sklopovlje, ali mogu obuhvatiti i veća područja kao što su sustavi, metode organizacije i tehnike, [1]. Ova definicija vrijedi ako govorimo o tehničkim sustavima općenito.

S druge strane, dokumentacija je materijal koji služi kao svjedočanstvo o prošlom događaju, pojavi, osobi ili povijesnim zbivanjima, [2]. Na temelju definicije dokumentacije možemo vidjeti da ona ima široko područje uporabe te da praktički sve može biti dokumentacija.

Davno prije nego što su se razvile prve fotografije čovjek se bavio crtanjem i na taj način pohranjivao događaje i prizore oko sebe, a sam crtež nije ništa više nego grafički prikaz oblika na nekoj površini, [3]. Postoje dvije skupine crteža, a to su linearni i tonski odnosno slikarski crtež. Kod linearnih crteža prevladava crta, odnosno linija kao osnovni likovni element, dok se slikarski ili tonski crtež izvodi pomoću svjetla i sjene, odnosno tonovima. Crtež može biti u više boja, ali je najčešće jednobojan.



Sl. 1.1. Crtež Leonarda da Vincija crvenom kredom, [3]

Kao napredak u odnosu na crtež a zapravo više u umjetničke svrhe razvilo se slikarstvo, umijeće koje pomoću linija i boja na plošnoj podlozi daje prikaz pojava viđenih u stvarnosti. Slike bi se također mogle smatrati jednom vrstom dokumentacije koja nam daje prikaz određenih zbivanja u prošlosti.

No još se jedan tip crtanja puno koristi u današnje vrijeme, posebno u tehničkim granama poput elektrotehnike, građevine, arhitekture, strojarstva, kartografije, itd., a to je tehničko crtanje.

Prije nego definiramo tehničko crtanje moramo spomenuti granu od koje ona potječe.

Nacrtna geometrija prethodi tehničkom crtanju. Ocem nacrtne geometrije smatra se Gaspard Monge (1746.-1818.), koji je postupke tehničkog crtanja obrtnika prikazao u svom djelu „Deskriptivna geometrija“ iz 1795. godine te je time otvorio put novoj grani geometrije, [4].

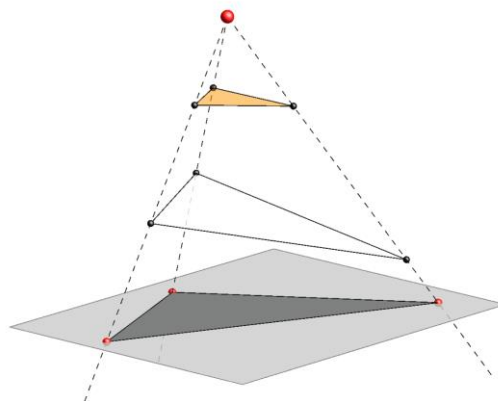
Monge je nacrtnu geometriju definirao kao znanost o točnim metodama koje omogućuju prikazivanje trodimenzionalnih oblika iz prostora na nekoj dvodimenzionalnoj ravnini i rješavanje prostornih problema u ravnini konstruktivno-geometrijskim putem, [4].

Za prikaz trodimenzionalnih tijela na dvodimenzionalnoj ravnini koristimo projiciranje a ono se sastoji od tri sljedeća elementa:

- predmeta koji projiciramo
- ravnine projekcije
- zraka projiciranja.

Zrake projiciranja daju nam projekciju predmeta na ravnini projekcije. Ovisno o vrsti zraka projiciranja razlikujemo dvije osnovne vrste projiciranja a to su paralelno i centralno projiciranje.

Centralnim projiciranjem predmeta nastaje njegova projekcija na ravnini koja se naziva centralna projekcija ili perspektiva. Ona se razlikuje od svih drugih projekcija koje možemo dobiti paralelnim projiciranjem, a ujedno je i najsličnija onome što vidi ljudsko oko, [4].



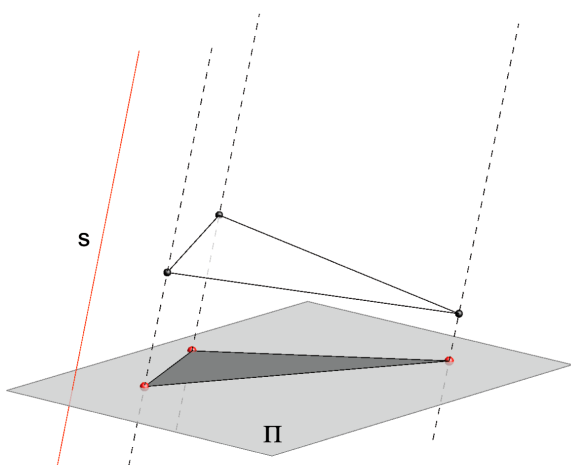
Sl. 1.2. *Primjer centralne projekcije, [5]*

Drugo projiciranje zove se paralelno projiciranje a ono ovisi o položaju zraka projiciranja prema ravni projekcije. Paralelno projiciranje može biti koso i ortogonalno.

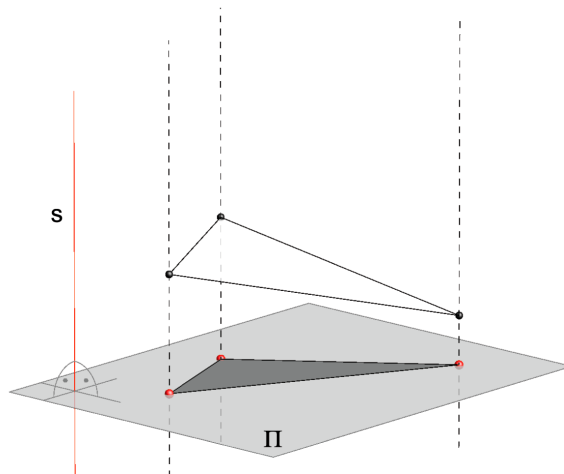
Kosim paralelnim projiciranjem nastaje kosa aksonometrija, a ako se predmet koji se projicira nalazi u posebnom položaju prema ravni projekcije, tada nastaju posebni slučajevi kose aksonometrije, odnosno kosa projekcija i vojna ili ptičja aksonometrija, [4].

Ovisno o položaju i broju ravnina projekcije, ortogonalnim projiciranjem mogu nastati različite projekcije, a to su: kotirana projekcija, Mongeova projekcija (tlocrt, nacrt, bokocrt, i stranocrt) te ortogonalna aksonometrija, [4].

U struci, za točno očitavanje podataka o obliku, dimenzijama i položaju nekog predmeta koristimo kotiranu projekciju i Mongeovu projekciju, dok perspektivu i aksonometrije koristimo za stvaranje stvarne predodžbe o zgradi ili predmetu, [4].



Sl. 1.3. *Primjer kose projekcije, [5]*

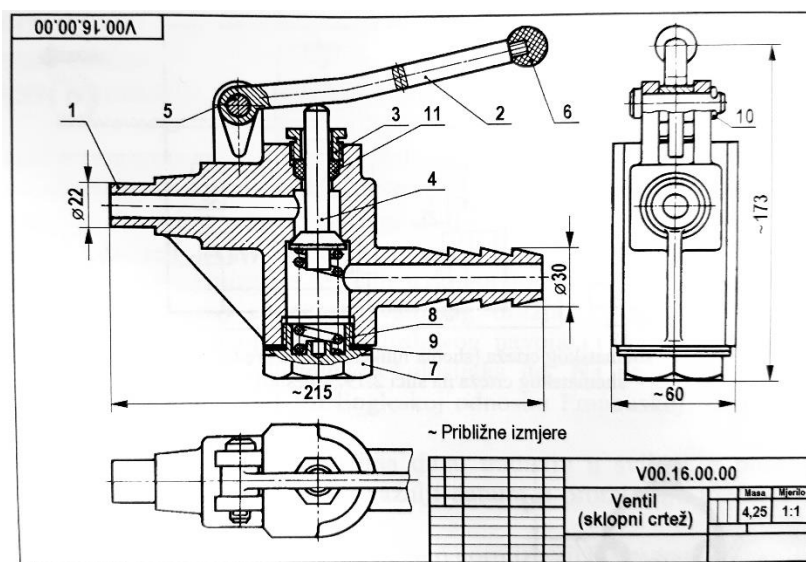


Sl. 1.4. *Primjer ortogonalne projekcije, [5]*

Može se reći da je tehnički crtež zapravo primjena nacrtne geometrije za potrebe tehničkih struka koji mora pružiti točne podatke o dimenzijama, obliku i položaju nekog predmeta u prostoru, a tehničko crtanje i tehnički crtež definirat ćemo u nastavku, [4].

Tehničko crtanje sredstvo je komuniciranja u tehničkim znanostima i daje osnovu za daljnje korake u procesu izrade, definiranja tehnologije, proizvodnje, funkcije, montaže te analize gibanja. Ova disciplina trebala bi budućem inženjeru tehničkih znanosti omogućiti stjecanje znanja koja će mu pomoći osmisliti, čitati, razumjeti i obrađivati bilo koju vrstu crteža, [6]. Također je važno napomenuti da se ova vrsta crtanja odvija pomoću tehničkog pribora.

Tehnički crtež je jednoznačna i potpuna informacija o nekom proizvodu a proizvodi su prikazani sukladno određenim pravilima, odnosno normama važećim za tehničko crtanje. Na slici 1.2. prikazan je primjer jednog tehničkog crteža. Neke vrste tehničkih crteža prema sadržaju su projektni crtež, sastavni ili montažni crtež, radionički ili detaljni crtež, reklamni crtež, ponudbeni crtež, itd., dok su prema načinu prikazivanja prostorna predodžba, shematska predodžba i ortogonalna predodžba, [6].



Sl. 1.5. *Primjer sastavnog ili montažnog crteža, [6]*

Za tehnički su crtež najvažnije dimenzije kako bismo mogli prikazati crtež u pravom mjerilu. Kako bismo dobili dimenzije s različitih slika koristimo fotogrametriju.

Fotogrametrija je postupak koji nam omogućuje da iz slika rekonstruiramo orijentaciju, poziciju, veličinu i oblik. Slike iz kojih izvlačimo te veličine mogu biti konvencionalne slike (fotokemijske slike) ili digitalne fotografije (fotoelektrične slike). Uz te dvije skupine slika, u posljednjih desetak godina pojavila se i treća grupa koja predstavlja laserski skenirane slike. Svaka laserski skenirana slika ima sa sobom povezanu informaciju o udaljenosti sa svakim elementom te slike. Rezultati koji se dobivaju fotogrametrijskom analizom mogu biti brojevi (koordinate različitih točaka), analogni crteži (karte i planovi), geometrijski modeli (digitalni) te slike (analogne ili digitalne), [7].

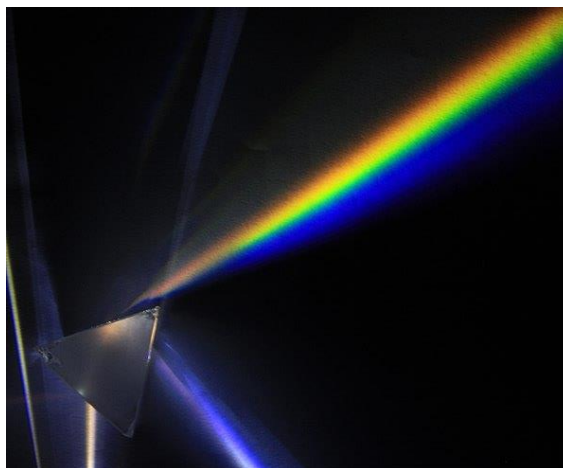
Fotogrametrija omogućuje rekonstrukciju objekta i analizu njegovih karakteristika bez doticaja sa samim objektom. Fotogrametrija se također koristi i u pribavljanju podataka o zemljinoj površini na način da mjeri elektromagnetsku radijaciju koja se odbija ili se odašilje sa zemljine površine, a ta metoda pribavljanja podataka naziva se daljinsko očitavanje (eng. *remote sensing*), [7].

Fotogrametrija se koristi u izrađivanju topografskih mapa, geografskim informacijskim sustavima (GIS), arhitektonskom snimanju (precizno mjerenje veličine gradilišta), inženjerstvu, policiji, geodeziji, ekologiji, medicini, itd., [8].

Nešto bolja tehnika je stereografija a ona nam omogućuje procjenjivanje 3D koordinata (x , y , z) objekta kada se on snima s dva ili više položaja, [8].

Osim mjerenja orijentacije, pozicije, veličine, oblika, možemo mjeriti i međudjelovanje materije i elektromagnetskog zračenja. Znanost koja proučava međudjelovanje materije i elektromagnetskog zračenja naziva se spektrometrija, [9]. Drugi nazivi istoga značenja su još spektroskopija i spektrografija.

Spektrometrija se primjenjuje u mnogim granama prirodnih znanosti jer daje informacije o tlaku, građi, temperaturi i sastavu tvari. Spektrometrija može dati informacije o dinamici promatranog sustava, a vjerojatno najšira upotreba je u analitičke svrhe, [10].



Sl. 1.6. Analiza bijele svjetlosti njezinim raspršenjem kroz prizmu kao primjer spektrometrije

Spektrometrija je, naročito u elektromagnetskom spektru, temeljni alat u područjima kemije, fizike i astronomije, a omogućuje da se sastav fizičkih i elektroničkih struktura može promatrati na atomskoj, molekularnoj razini, makro razini pa sve do astronomskih udaljenosti, [10].

Važna je i primjena biomedicinske spektroskopije u području analize tkiva kao i medicinskog snimanja. Osim toga, direktna primjena atomske spektroskopije su neonska svjetla jer neon i drugi plemeniti plinovi imaju karakteristične frekvencije emisije, tj. boje, [10].

Spektrometrija se najčešće dijeli prema spektralnom području, a ono često ovisi o grani znanosti gdje se koristi spektrometrija. Kao rezultat spektrometrijskog istraživanja dobije se spektar, [10].

S obzirom na pojavu koja izaziva sprezanje elektromagnetskog zračenja, spektrometrija se može podijeliti na sljedeće vrste, [10]:

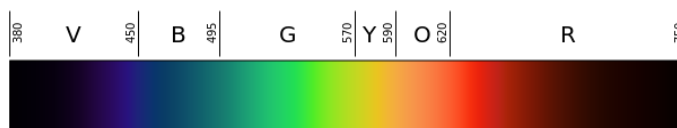
- rotacijska spektrometrija
- vibracijska spektrometrija
- elektronska spektrometrija.

Osim navedene podjele, samu spektrometriju možemo još podijeliti prema puno različitih faktora, ali ovdje ćemo uzeti par primjera podjele prema zračenju, tako da razlikujemo: spektrometriju vidljivog zračenja, spektrometriju infracrvenog zračenja, mikrovalnu spektrometriju, spektrometriju dalekog ultraljubičastog zračenja te Mössbauerovu spektrometriju koja se bavi gama zračenjem.



Sl. 1.7. *Spektar plamena alkohola*

Na kraju ćemo opisati postupak fotometrije. Fotometrija je postupak kojim mjerimo radijaciju na način da intenzitet svjetlosti predstavlja jačinu radijacije koju ljudsko oko najbolje prepoznaje, [11]. Fotometrija se koristi u astronomiji i optici a može se zamisliti kao podskup radiometrije koji prilagođava podatke radiometrije prikazu za ljudsko oko što znači da se bavi samo vidljivim spektrom svjetla, [12]. S obzirom na gornje definicije za fotometriju možemo ukratko reći da je znanost koja se bavi mjerenjem svjetlosti.



Sl. 1.8. *Prikaz linearnog vidljivog dijela spektra s njihovim valnim duljinama*

Za mjerenje jačine svjetlosti koristimo fotometar. Fotometar je uređaj koji mjeri jačinu elektromagnetskog zračenja u rasponu od ultraljubičastog zračenja pa sve do infracrvenog što uključuje i vidljivi dio spektra. Većina fotometara radi tako da pomoću fotootpornika, fotodioda i fotomultiplikatora svjetlost pretvara u električnu energiju, [12].



Sl. 1.9. *Prikaz fotometra*

Fotometri se temelje na uspoređivanju osvijetljenosti neke površine poznatim izvorom svjetlosti i osvijetljenosti koja potječe od nepoznatog izvora.

Stari tipovi fotometara mjere zatamnjenje, udaljavanje ili primicanje izvora koje je potrebno kako bi se izjednačila osvijetljenost dviju površina, što se mjerilo pomoću vizualnog uspoređivanja kojeg su koristili vizualni fotometri. Danas se koriste samo fotoelektrični fotometri koji imaju ugrađene fotoćelije osjetljive na zračenje.

Neke od fotometrijskih veličina i njihove mjerne jedinice su sljedeće, [12]:

- svjetlosna energija – lumen sekunda [$\text{lm}\cdot\text{s}$]
- svjetlosni tok – lumen [lm]
- svjetlosna jakost – kandela [cd]
- svjetljivost – kandela po četvornom metru [cd/m^2]
- osvjetljenje – luks [lx].

3. POVIJESNI RAZVOJ FOTOGRAFIJE

Prije nego što se sama fotografija može objasniti, moramo razumjeti njezin povijesni razvoj do onoga što je danas te što nam sve omogućuje.

Sama era fotografije počela je 1839. godine pojavom dagerotipije, prvog javno dostupnog fotografskog procesa, koju je izumio Louis Daguerre. Dagerotipija znači „zrcalo koje pamti“ a zapravo je jedan od prvih uspješnih oblika fotografije, trajnog svjetlosnog zapisa slika na neku podlogu koja je imala i komercijalan uspjeh. Slika se stvarala na tankoj posrebrenoj bakrenoj pločici, na koju se stavljao srebrni jodid jer on sa srebrom tvori fotoosjetljivi sloj pa se nakon snimanja u fotografskom aparatu, razvijanja i fiksiranja dobivala trajna slika, [13].



Sl. 3.1. *Primjer dagerotipije koja ovisno o odrazu okruženja u kojemu se promatra može izgledati kao pozitiv ili negativ, [13]*

Nakon dagerotipije nastala je talbotipija, koju još nazivamo i kalotipija i slani tisak. Ovu tehniku izumio je William Henry Fox Talbot u razdoblju između 1835. i 1839. godine. Ova se tehnika sastoji od faze negativa i faze pozitiva a za njih se kao fotografska podloga koristio malo bolji običan pisaćí papir, [13].

Senzibilizacija papirnog negativa obavljala se u mraku uz pomoć svjetla svijeće tako što se potapao u otopinu srebrnog nitrata pa se nakon par minuta vadio i ponovno potapao u otopinu kalijevog jodida. Fotografije nije trebalo razvijati već su se one razvijale same pod utjecajem sunca tijekom osvjetljavanja. Takva vrsta fotografskog papira senzibiliziranog pomoću natrijevog klorida i srebrnog nitrata nazvana je slani papir, [13].

Nakon ovih tehnika nastale su još mnoge druge fotografske tehnike poput cijanotipije (1842. godina), albuminske fotografije (1847. godina), kolodijских negativa (1848. godina), ambrotipije (1850. godina), ferotipije (1879. godina), želatinskih negativa (1871. godina), platinotipije (1873. godine) i dr., [14].

3.1. Fotografski procesi u boji

Sve navedene tehnike proizvodile su fotografije u nijansama jedne boje, ali sama želja za fotografijama u boji postojala je od samog početka fotografiranja. Rezultate fotografiranja u boji najranije je, 1848. godine, predstavio Edmond Bacquerel, ali izloženost svjetlu trajala je od dva sata pa nekada do dva dana kako bi se na fotografiji pokazale boje. Iako su fotografije bile tako dugo izložene svjetlu, boja koja se nalazila na fotografijama bila je toliko osjetljiva na svjetlo da su se jedva mogle vidjeti pri slabom svjetlu. Upravo zbog tog razloga njegova tehnika nije bila praktična, [15].

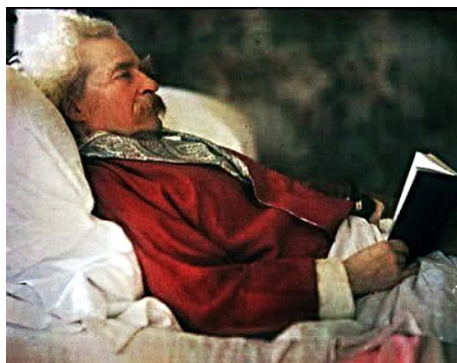
Prva trajna fotografija u boji je skup od tri crno-bijele fotografije uslikane kroz crveni, zeleni i plavi filter koje su prikazane preklapanjem pomoću tri projektora sa sličnim filterima. Tu je fotografiju uslikao Thomas Sutton 1861. godine kako bi se koristila u predavanju fizičara James Clerka Maxwella a sam je Maxwell predložio tu metodu fotografiranja 1855. godine, [16].



Sl. 3.1.1. *Prva trajna fotografija u boji – Thomas Sutton (1861.), [15]*

Nakon toga, 1907. godine komercijalno je predstavljena metoda autokromne ploče koju su izumili braća August i Louis Lumiere. Ova je metoda bila prva široko upotrebljavana metoda fotografiranja u boji. Ova metoda bila je utemeljena na ideji Ducosa du Hurlona a koristila je jedan mozaik sićušnih filtera umjesto tri fotografije kroz tri različita filtra. Nadalje, ideja govori da ako su zasebni elementi filtera dovoljno mali, onda bi se tri osnovne boje (crvena,

plava i zelena) spojile u oku promatrača i proizvele istu sintezu boja kao i projekcija s tri odvojene fotografije s filterima različitih boja, [15].



Sl. 3.1.2. *Portret Marka Twaina u boji napravljen autokromnom metodom – Alvin Langdon Coburn (1908.), [15]*

Do 1930. godine pojavili su se konkurentni proizvodi (metode) ovoj metodi, ali svi su bili skupi te niti jedan nije bio dovoljno brz za ručnu uporabu tako da se nisu komercijalno koristili.

Novo razdoblje fotografije u boji započelo je predstavljanjem Kodachrome filma koji je bio dostupan kao 16 milimetarski za kućne filmove 1935. godine te kao 35 milimetarski za slajdove (kliznice) 1936. godine. Film je mogao snimati crvenu, zelenu i plavu boju u tri sloja emulzije te su se pomoću složenog postupka obrade mogle dodavati komplementarne boje u te slojeve što je rezultiralo fotografijom u boji, [15].



Sl. 3.1.3. *Kodachrome II film za slajdove (kliznice) u boji*

Maxwellova metoda fotografiranja pomoću tri filtera različitih boja koristila se sve do 1950-ih, pa čak i kasnije. Osim Maxwellove metode, koristila se i metoda Polachrome filma koja se temeljila na istom principu kao i autokromna metoda, no ona je bila dostupna do 2003. godine, a neki su filmovi bili dostupni čak sve do 2015. godine. Sve metode koje su bile dostupne do 2015. godine koristile su pristup višeslojne emulzije koju je razvio Kodachrome, [15].

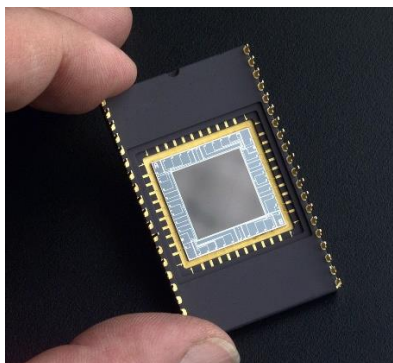
3.2. Digitalna fotografija

1957. godine na Nacionalnom institutu za norme i tehnologiju u SAD-u razvijena je binarna digitalna verzija postojeće tehnologije za skeniranje tako da se alfanumerički znakovi, dijagrami, fotografije i druga grafika mogu prenijeti u digitalnu računalnu memoriju. Razvio ju je tim kojega je vodio Russell A. Kirsch, [15].



Sl. 3.2.1. Jedna od prvih skeniranih fotografija rezolucije 176x176 pixela – Kirschev sin, [15]

Za prvu generaciju digitalnih kamera, 1969. godine su Willard Boyle i George E. Smith u Bell laboratoriju u AT&T tvrtki razvili CCD (eng. *charge-coupled device*) koji je služio kao uređaj za pohranu podataka. Iz istog laboratorija, Michael Tompsett otkrio je da se CCD može koristiti kao senzor slike, no ubrzo je CCD zamijenio APS (eng. *active pixel sensor*), tj. senzor s aktivnim pikselima koji se obično koristi u kamerama na mobilnim uređajima. Budući da se u moderno vrijeme na gotovo svim kamerama mogu vidjeti megapikseli, važno je napomenuti da su prvi megapikselni senzor 1986. godine razvili znanstvenici u tvrtki Kodak, [15].



Sl. 3.2.2. CCD senzor posebno razvijen za snimanje ultraljubičastog spektra zračenja

4. FOTOGRAFIJA

U prošlom je poglavlju bilo riječi o samom razvoju fotografije kroz povijest, raznim fotografskim tehnikama i uređajima koji su pomogli nastanku modernih kamera. U današnje se vrijeme kamere nalaze svuda oko nas kao sigurnosni uređaji, mjerni uređaji te kao uređaji koje koristimo kako bismo snimili ili uslikali, tj. dokumentirali, određeni događaj ili predmet. Iz toga možemo zaključiti da se kamere koriste gotovo svugdje, te bismo se zbog toga trebali malo bolje upoznati sa samom fotografijom.

Fotografija možemo podijeliti u dvije cjeline:

- klasična (kemijska) fotografija
- digitalna fotografija.

O klasičnoj fotografiji govorilo se i u prošlom poglavlju kod samih početaka fotografije, ali ovdje ćemo dati više detalja o razvoju fotografije.

Fotografija je slika koja je nastala padanjem svjetla na površinu koja je osjetljiva na svjetlo. Ta površina većinom je fotografski film ako se govori o klasičnoj fotografiji, ili elektronski senzor slike (CCD ili CMOS koji je poznatiji kao eng. *active-pixel sensor*) ako se govori o digitalnoj fotografiji, [17].

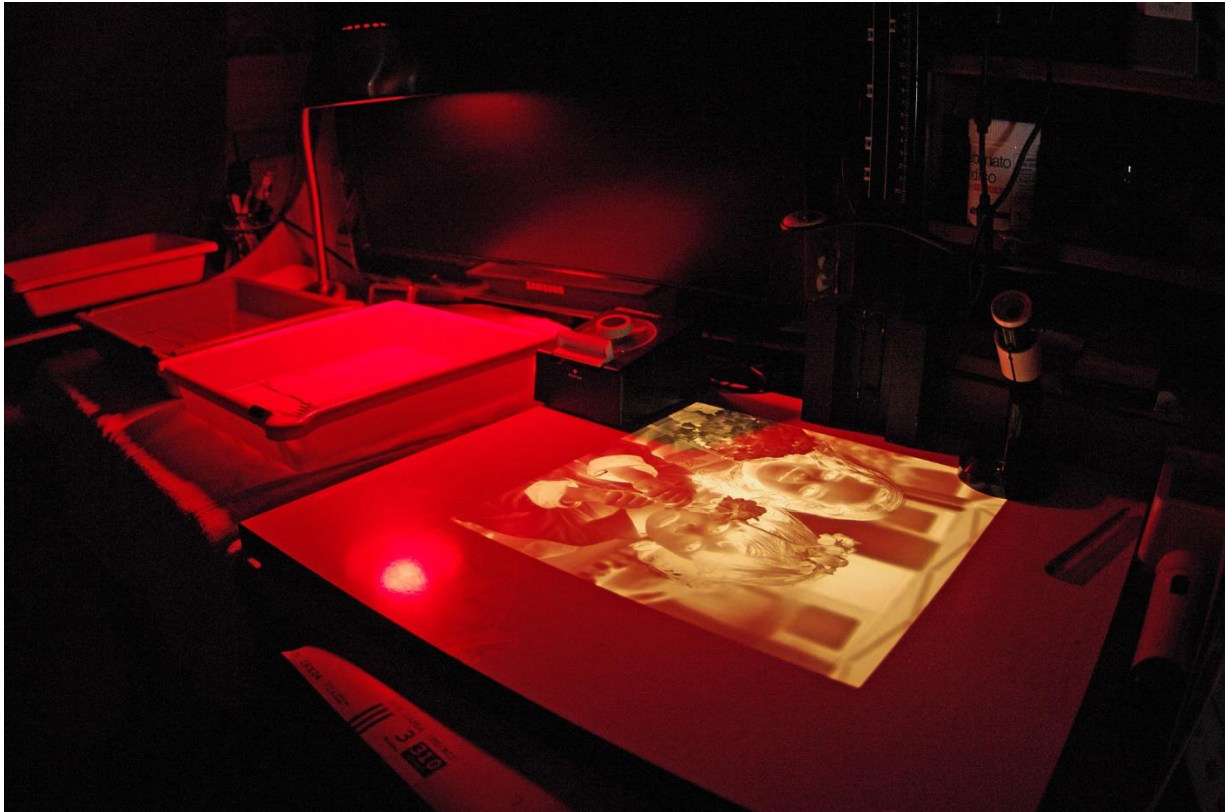
Većina fotografija snimljena je pomoću kamere koja koristi leću za fokusiranje vidljive svjetlosti scene kako bismo dobili sliku što sličniju onome što ljudsko oko vidi. Sam proces snimanja fotografije naziva se fotografiranje a sama riječ fotografija potječe od grčkih riječi *phos* što znači svjetlo i riječi *graphe* što znači crtati ili pisati, što zajedno znači *crtanje svjetlom*, [17].

4.1. Klasična fotografija

Klasične fotografije, odnosno one koje nisu digitalne, proizvode se kemijskim postupkom u dva koraka, [17]. Prije nego što objasnimo sam postupak moramo objasniti što je negativ u fotografiji i što je fotografski papir.

Negativ u fotografiji slika je kojoj su boje obrnute, tj. najsvjetliji dijelovi slike prikazani su najtamnijima a najtamniji najsvjetlijima, dok je fotografski papir zapravo papir premazan kemikalijama koje su osjetljive na svjetlo.

Takav nam je papir potreban pri razvijanju fotografija klasičnim putem jer kada je taj papir izložen svjetlu, on hvata prikrivenu sliku te se postupkom razvijanja dobiva vidljiva slika.



Sl. 4.1.1. *Tamna soba s uključenim sigurnosnim svjetlom i proces stvaranja fotografije*

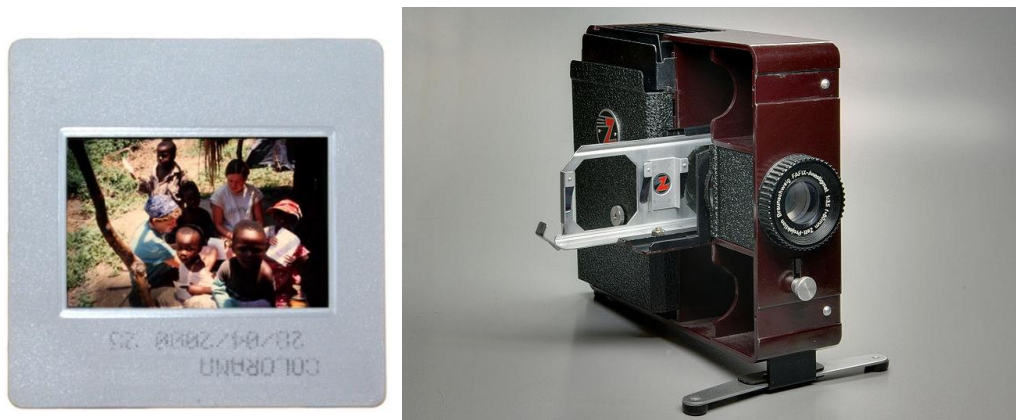
U postupku od dva koraka film osjetljiv na svjetlo snima negativne slika. Kako bi se proizveo pozitiv, negativ se najčešće prenosi na fotografski papir.

Fotografski papir možemo podijeliti u tri podvrste:

- papir za procese pretvaranja iz negativa u pozitiv
- papir za proces pretvaranja iz pozitivna u pozitiv gdje je film isti kao i krajnja slika
- papir za proces pretvaranja iz pozitivna u pozitiv gdje je pozitivna slika uvećana te kopirana na fotografski papir.

Osim takvog postupka, film bismo mogli i obraditi kako bismo invertirali negativnu sliku a taj bi proces proizveo pozitivne prozirne folije. Takve pozitivne slike (folije) obično se nalaze u okvirima koji se nazivaju slajdovi (kliznice).

Prozirne folije koristili su profesionalci prije napretka u digitalnoj fotografiji zbog njihove oštrote i točnosti prikazivanja boja te je većina fotografija koja je objavljena u magazinima uslikana pomoću takvih prozirnih folija, [17].



Sl. 4.1.2. *Prikaz jedne prozirne folije u boji u plastičnom okviru i projektora za slajdove*

Budući da se klasične fotografije stvaraju tim složenim procesom, njih se mora također naučiti čuvati kako bi mogle ostati što duže u dobrom stanju i kako bi sve na njima bilo vidljivo.

Idealno skladištenje fotografija podrazumijeva stavljanje svake fotografije u pojedinačnu mapu koja je napravljena od pufera ili papira bez kiseline, [17].

Drugi način za čuvanje fotografija su kućišta od poliestera. Poliester je najstabilnija plastika koja se koristi za očuvanje fotografija jer vremenom ne proizvodi nikakve štetne kemijske elemente za fotografiju, ali isto tako nema mogućnost upiti kiseline koju stvaraju same fotografije. Košuljice od poliestera hvaljene su zbog mogućnosti zaštite fotografije od vlage i zagađenosti okoliša jer tako usporavaju reakciju predmeta i atmosfere, [17]. Unatoč tome, košuljice od poliestera također mogu te elemente (vlagu i onečišćenje) zadržati zajedno s materijalom (predmetom) kojega pokušavaju zaštititi. To je posebno rizično u skladišnom okruženju koje doživljava drastične promjene u vlažnosti i temperaturi jer tako može doći do lijepljenja fotografije za košuljicu ili čak ostavljanja boje na košuljici.



Sl. 4.1.3. *Primjer poliesterske košuljice za čuvanje fotografije*

U pravilu je najbolje ostaviti fotografiju na stolu dok ih se gleda. Fotografije se ne bi trebale podizati hvatajući ih za ugao ili čak s dvije strane i držati ih u visini očiju jer svaki put kada se fotografija savije, pa čak i malo, to može razbiti emulziju. Sve dok je fotografija u svojoj mapi, ona se ne bi trebala dirati već bi se samo mapa trebala staviti na stol i otvoriti te tako gledati fotografije iz mape. Ako se već mora dirati kako bi se pregledala fotografija, onda se mogu koristiti rukavice ako postoji mogućnost od masnoće ili prljavštine na rukama, [17].

4.2. Digitalna fotografija

Za razliku od izloženosti fotografskog filma svjetlosti, digitalna fotografija koristi kamere koje sadrže nizove fotodetektora koji hvataju slike fokusirane objektivom. Tako uhvaćene slike digitaliziraju se i spremaju kao računalne datoteke kako bi se mogle dalje digitalno procesirati, pregledavati, elektronski objavljivati ili digitalno printati. Internet je popularan medij za spremanje i dijeljenje fotografija od 1992. godine kada je Tim Berners-Lee na toj globalnoj računalnoj mreži objavio prvu fotografiju. Neke od popularnih stranica koje milijuni ljudi danas koriste za objavljivanje i dijeljenje slika su Flickr, PhotoBucket i 500px, [17]. Osim njih, postoje i društvene mreže poput Instagrama i Facebooka.

Neke vrste pisača za digitalni ispis su tintni pisači (eng. *inkjet*), pisači za sublimaciju, laserski pisači i termalni pisači, [17].

Digitalni ispis nastaje iz grafičkih formata spremljenih na računalu kao što su JPEG, TIFF, PNG i RAW, [17]. Grafički format RAW sadrži minimalno obrađene podatke iz slikovnog senzora digitalne kamere, skenera za snimanje pokretnih slika ili drugih skenera slika, [18]. RAW grafički format dobio je naziv prema engleskoj riječi *raw* u značenju sirovo, odnosno neobrađeno, što izvrsno opisuje ovu datoteku jer ona još nije obrađena i nije još spremna za ispisivanje i uređivanje pomoću bitmap grafičkog uređivača.

Slikovna datoteka RAW nekada se opisuje kao „digitalni negativ“, jer iako same po sebi nisu negativne slike, one imaju istu ulogu kao negativi u fotografiji filmom. Njihova je uloga da se negativ ne može direktno koristiti kao slika, ali ima sve potrebne podatke kako bi nastala slika. Ujedno se i sam proces pretvaranja slikovne datoteke RAW u format koji se može pregledati naziva razvijanje RAW slike gdje se povlači paralela s procesom razvijanja filma koji fotografski film pretvara u vidljive ispise, [18]. Isto tako, poput fotografskog negativa, RAW datoteka može imati širi dinamički raspon ili gamut boja od krajnje slike jer zadržava većinu informacija uslikane slike.

Svrha RAW slikovne datoteke je uz minimalni gubitak podataka spremiti podatke dobivene iz senzora i uvjeta koji obuhvaćaju snimanje slike. Te slikovne datoteke namijenjene su snimanju radiometrijske karakteristike scene [18], tj. fizičke informacije vezane uz intenzitet svjetlosti i boja same scene.



Sl. 4.2.1. Razlika između RAW slikovne datoteke (lijevo) i JPG slikovne datoteke(desno) nakon što su uređeni detalji sjene i naglasci, [18]

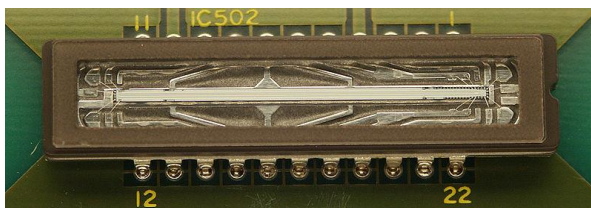
Kako bi kamera mogla snimiti karakteristike scene, ona mora imati senzor. Senzor je uređaj koji snima karakteristike scene, tj. to je uređaj unutar kamere koji snima sliku.

Slikovni senzori snimaju intenzitet svjetlosti a uređaji za digitalnu pohranu podataka spremaju digitalnu informaciju slike kao RGB ili RAW datoteku.

Dva glavna tipa senzora su CCD, koji je spomenut ranije, te CMOS poznatiji kao senzor s aktivnim pikselima. CCD senzor je uređaj za pomicanje električnog naboja, obično iz unutrašnjosti uređaja do dijelova gdje se nabojem može manipulirati, kao što je primjerice pretvaranje u digitalnu vrijednost, [19].

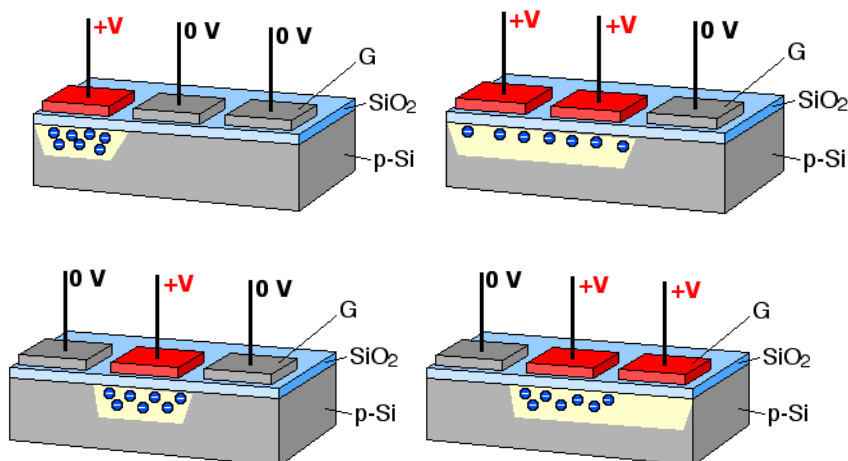
U posljednje je vrijeme CCD postao glavna tehnologija digitalnog snimanja. U CCD slikovnom senzoru pikseli su predstavljeni MOS kondenzatorima. Ovi su kondenzatori postavljeni iznad praga za inverziju kada započne snimanje slike, što omogućuje pretvaranje dolaznih fotona u elektronske naboje na sučelju poluvodiča i oksida, dok se za iščitavanje tih naboja koristi CCD, [19]. Ovo je pojednostavljeni princip rada CCD-a, ali u nastavku će se detaljnije objasniti princip rada preko sastava CCD-a.

CCD se sastoji od fotoaktivnog područja i područja prijenosa koji se sastoji od pomičnih registara. Kada se slika kroz leću projicira na niz kondenzatora koji su sastavni dio fotoaktivnog područja, svaki kondenzator nakuplja električni naboj proporcionalan intenzitetu svjetlosti na toj lokaciji. Na taj način jednodimenzionalan niz, koji se koristi u kamerama za linijsko skeniranje, bilježi jedan dio slike, dok dvodimenzionalan niz, koji se koristi u video kamerama i mirujućim kamerama, bilježi dvodimenzionalnu sliku koja odgovara prizoru projiciranom na žarišnu ravninu senzora, [19].



Sl. 4.2.2. *Jednodimenzionalni CCD slikovni senzor iz faks uređaja*

Nakon što je niz izložen slici, upravljački krug uzrokuje da svaki kondenzator svoj sadržaj prenese na svog susjeda te tako kondenzatori rade poput pomičnog registra. Zadnji kondenzator u nizu izbacuje naboje u pojačalo naboja, a ono zatim naboj pretvara u napon. Ponavljajući ovaj proces, upravljački krug cjelokupni sadržaj niza u poluvodiču pretvara u niz napona. Zatim se taj napon u digitalnom uređaju uzorkuje, digitalizira te se obično pohranjuje u memoriju, [19].

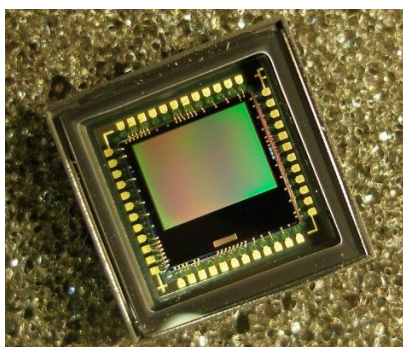


Sl. 4.2.3. *Primjer rada kondenzatora kao pomičnog registra*

Iako CCD nije jedina tehnologija koja omogućuje detekciju svjetlosti, CCD senzori koriste se u profesionalne, medicinske i znanstvene svrhe gdje su potrebni visoko kvalitetni slikovni podaci, [19].

U primjenama s manjim zahtjevima za većom kvalitetom slikovnih podataka, kao što su potrošački i profesionalni digitalni aparati, koriste se senzori s aktivnim pikselima. Međutim, prednost u kvaliteti koju su CCD-i imali, smanjila se s vremenom, [19]. Prednost CMOS-a u uspoređi s CCD sensorima su sljedeće, [19]:

- tipično niža cijena
- obično imaju bolju kontrolu kod curenja foto-naboja iz preopterećenog piksela u obližnje piksele
- imaju mogućnost obrnutog adresiranja senzorskih elemenata.

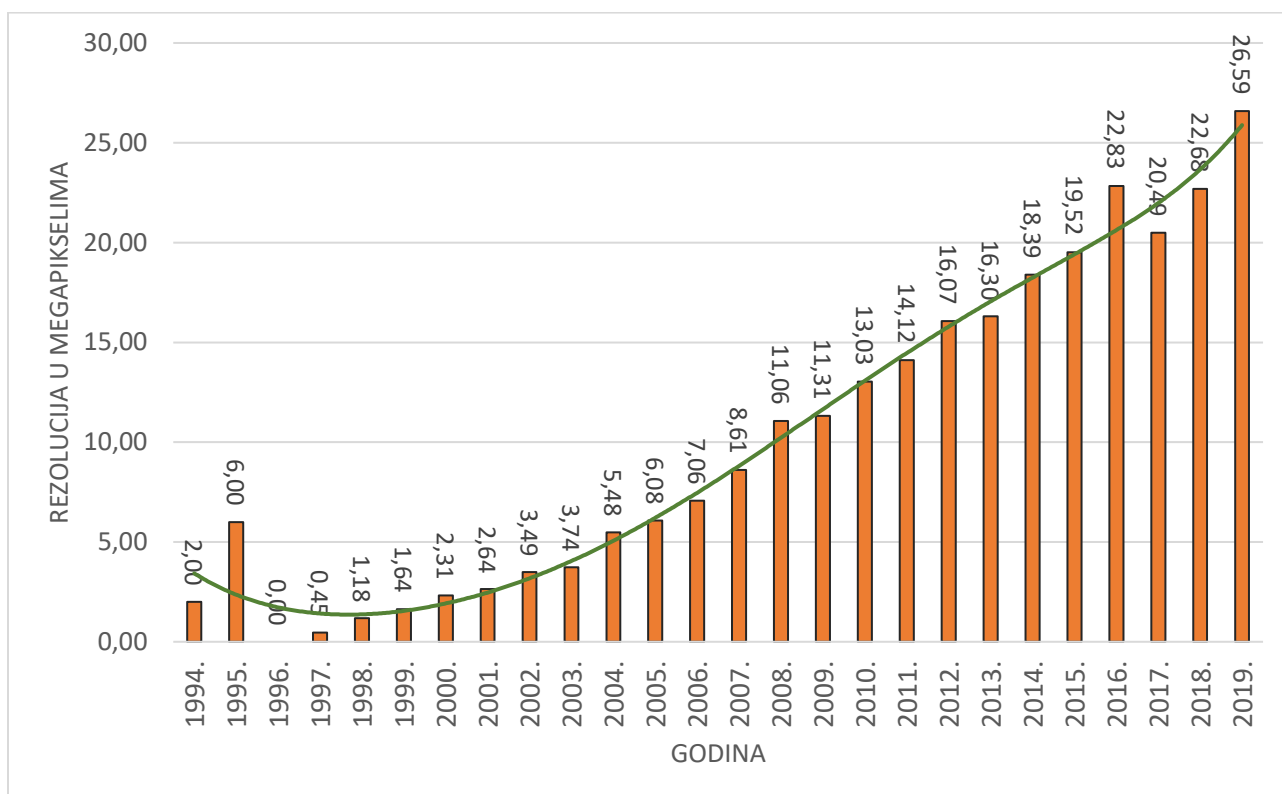


Sl. 4.2.4. *Prikaz CMOS senzora*

Ovu razliku u cijeni između CMOS-a i CCD-a moguće je vidjeti iz grafova koji prikazuju prosječnu cijenu digitalnih fotoaparata od 1994. godine do danas. Osim same cijene, moguće je i promatrati prosječan broj megapiksela u fotoaparatima.

Kako bi se te dvije stavke mogle provjeriti, napravili smo tablicu svih digitalnih kamera izdanih od 1994. do 2019. godine. To se moglo napraviti uz pomoć stranice „DPReview“ koja daje pregled više od 20 različitih proizvođača digitalnih kamera kao i digitalnih kamera po godinama, [20].

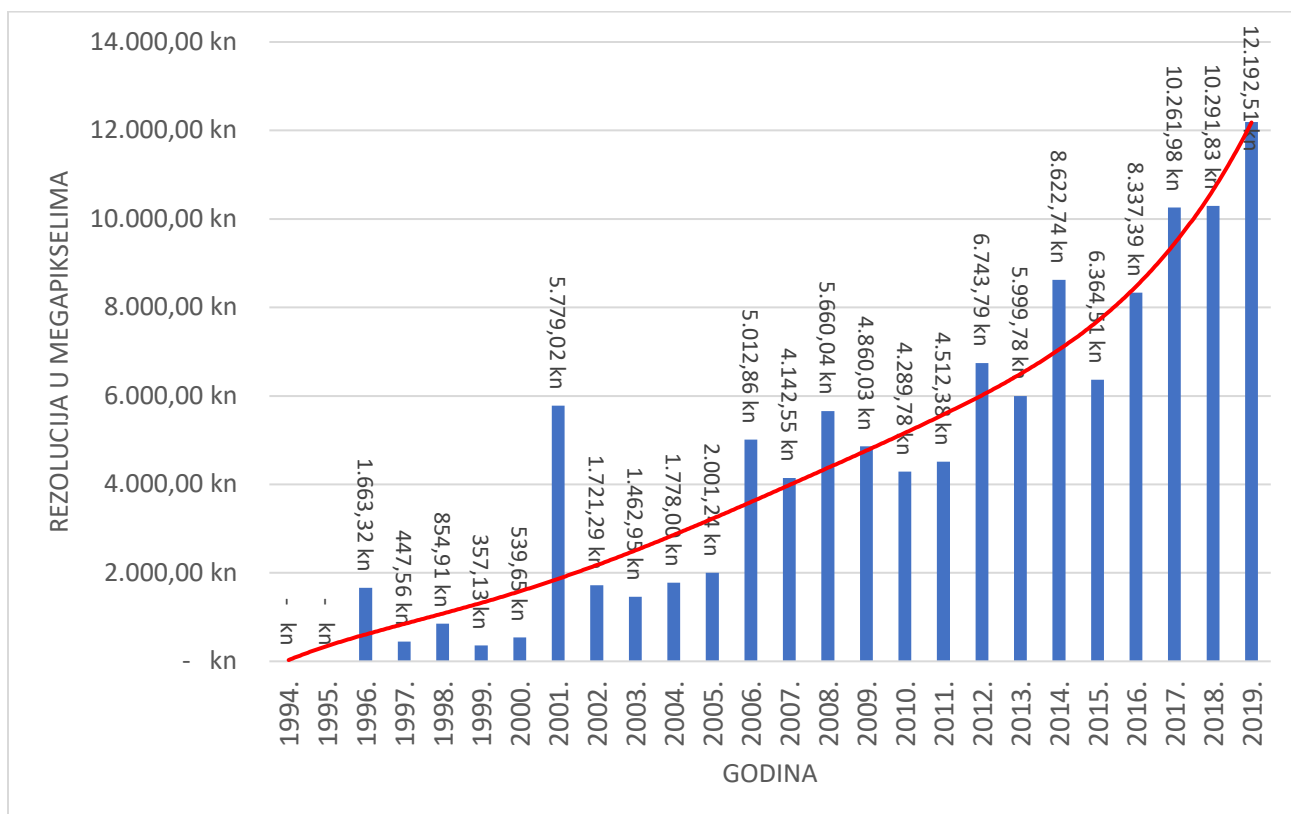
U nastavku možemo vidjeti prosjek rezolucije po godinama, gdje možemo uočiti nešto poput linearnog rasta prosječne rezolucije. Za određene godine nije bilo dovoljno podataka ili dovoljno izdanih fotoaparata kako bi se mogao dobro prikazati prosjek, što je posebno vidljivo u podacima za 1995. i 2017. godinu. [20].



Sl. 4.2.6. Grafički prikaz prosjeka rezolucije digitalnih fotoaparata po godinama, [20]

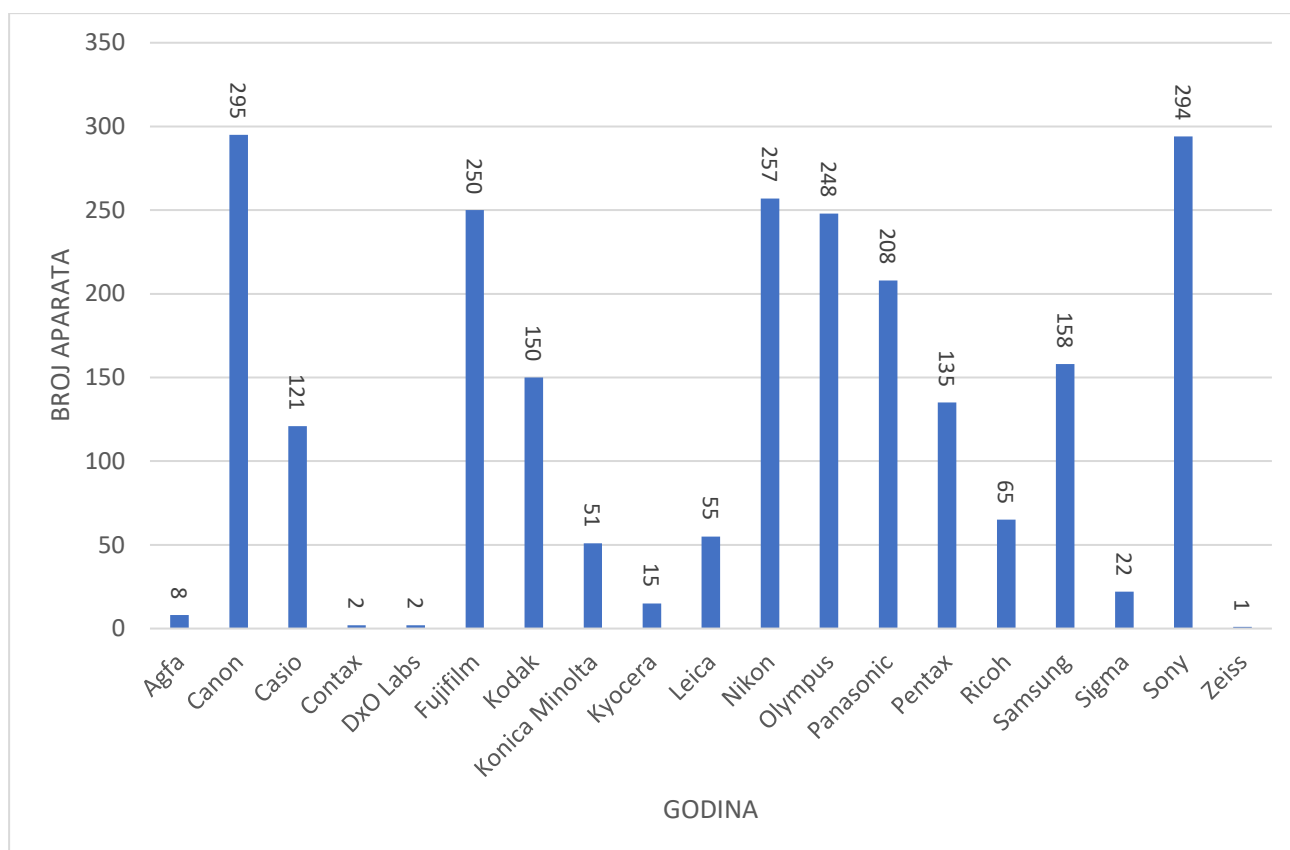
Osim rezolucije, u nastavku možemo vidjeti prosječnu cijenu po godinama. Ona se na izgled ne čini ni približno slična linearnom rastu, ali uzrok tome je nedostatak točnih podataka za pojedine fotoaparate po godinama jer su se određeni fotoaparati prestali proizvoditi ili se samo mogu naći na stranicama sličnim Amazonu, [20].

Upravo zbog toga, određene cijene morali smo provjeriti na Amazonu, što je u konačnici uzrokovalo velike oscilacije na grafu. Međutim, u zadnjih par godina može se primijetiti stalan rast cijena digitalnih fotoaparata, kao što je vidljivo prema liniji trenda koja prikazuje stalan rast, a taj rast može biti i rezultat pojave velikog broja pametnih telefona s kamerama koje zadovoljavaju potrebe određenih potrošača, [20].



Sl. 4.2.7. Grafički prikaz prosječne cijene digitalnih fotoaparata po godinama, [20]

Slika 4.2.8 daje grafički prikaz broja proizvedenih digitalnih fotoaparata većih potrošača kroz godine do danas. Na grafu se mogu primijetiti velike razlike između različitih potrošača, vjerojatno zbog toga što nisu svi proizvođači proizvodili digitalne fotoaparate od 1994. godine, a određeni potrošači prestali su ih proizvoditi čak i prije 2019. godine, [20].



Sl. 4.2.8. Grafički prikaz broja proizvedenih digitalnih fotoaparata za glavne proizvođače u razdoblju od 1994.-2019. godine, [20]

5. PRAKTIČNA PRIMJENA FOTODOKUMENTACIJE TEHNIČKIH SUSTAVA

U ovom smo završnom radu pokušali objasniti tehničke sustave i dijelove fotodokumentacije kroz njihove definicije koje ne prikazuju najbolje značenje i njihovu primjenu. Upravo zbog toga nam samo značenje fotodokumentacije tehničkih sustava nije još u potpunosti jasno.

Fotodokumentacija je, kao što je već rečeno, dokumentiranje fotografijom u različite svrhe. Ta definicija dobro upućuje na smisao i primjenu fotodokumentacije, ali će se najbolje shvatiti kada se opiše kroz par primjera fotodokumentacije.

U ovom ćemo poglavlju opisati sljedeća tri različita primjera:

1. dokumentiranje elektroenergetskog razvoda
2. servis mobilnih i kućanskih uređaja
3. primjena fotodokumentacije u građevini.

5.1. Dokumentiranje elektroenergetskog razvoda

Razvodni ormari u sebi najčešće nemaju fotodokumentaciju, tj. nemaju fotografiju spojenih vodova i same jednopolne sheme koja prikazuje što se na što spaja. To u pravilu nije dobro, jer se može dogoditi da nakon duljeg perioda nešto treba ponovno spojiti pa je taj postupak otežan bez fotodokumentacije i dokumentacije.

Na slici 5.1.1. možemo vidjeti primjer jednog razvodnog ormara koji na vratima nema zalijepljenu jednopolnu shemu kao ni fotodokumentaciju. Iako ovaj ormar nema takve podatke, sama fotografija sa slike 5.1.1. može se koristiti u svrhu fotodokumentacije ovog razvodnog ormara jer se mogu vidjeti vodovi kao i što je i kako spojeno. Iz toga možemo zaključiti kako bi nam fotodokumentacija ovog ormara bila korisna u slučaju nekog kvara ili ako se nešto mora promijeniti jer znamo kako vodovi moraju biti spojeni.

Ovu jednopolnu shemu možemo uzeti kao primjer jednopolne sheme koja bi inače bila nalijepljena s unutrašnje strane vrata razvodnog ormarića.

Koju god od ovih dviju dokumentacija koristili, sigurno znamo da će nam u slučaju kvara ili nekog drugog neplaniranog događaja dobro doći kao dokumentacija za vodove koji se nalaze unutar razvodnog ormara.

5.2. Servis mobilnih i kućanskih uređaja

Budući da se u današnje vrijeme sve više koriste mobilni uređaji, tako se i servisi nad njima češće obavljaju. Najčešće je to promjena baterija na mobilima koji nemaju odvojivu pozadinu pa se pozadina može skidati i vraćati na različite načine a tako i staviti nova. Osim što se vrši promjena baterije, mijenjaju se i ekrani, kamere, zvučnici, itd. Sve se može promijeniti pa se čak uz pomoć određenih alata i komponenata može sastaviti i novi mobilni uređaj.

Sam problem kod zamjene, tj. servisa i sastavljanja cijelih mobilnih uređaja, je što ti mobilni uređaji imaju veliki broj malih komponenata od kojih svaka ima svoje mjesto gdje se mora spojiti ili nalaziti. Upravo zbog toga se servis uređaja odnosno mobilnih uređaja u ovom slučaju može uzeti kao jedan od primjera fotodokumentacije i kada je ona vrlo korisna.

To se najprije može vidjeti pri rastavljanju mobilnih uređaja, kao što je vidljivo na slici 5.2.1. gdje možemo vidjeti stražnju stranu mobitela bez stražnjeg stakla koje čuva bateriju i unutrašnjost od vlage i prašine.



Sl. 5.2.1. *Unutrašnjost mobitela bez stražnjeg stakla, [22]*

Slično kao i u prošlom primjeru, fotografiju 5.2.1. možemo koristiti kao fotodokumentaciju procesa rastavljanja mobitela, te u slučaju da se zaboravi postupak sastavljanja, i kao fotodokumentaciju procesa sastavljanja.



Sl. 5.2.2. *Postupak daljnjeg rastavljanja mobitela, [22]*

Osim mobilnih uređaja, servisi se najčešće vrše na kućanskim uređajima poput usisavača, hladnjaka, perilica rublja, perilica posuđa, itd.

U nastavku ćemo prikazati uporabu fotodokumentacije za servis kućanskih uređaja, tj. u ovom slučaju, pametnog robotskog usisavača *Roomba*. On se sastoji od senzora, koji mu omogućuju snalaženje u prostoru i zaobilazanje prepreka, te motora pomoću kojih se kreće i čisti s malim četkama.



Sl. 5.2.3. *Roomba pametni robotski usisavač, [23]*

Kod ovakve vrste električnih usisavača na baterije česti su kvarovi ili je potrebno često održavanje tako da ćemo u nastavku prikazati primjenu fotodokumentacije pri zamjeni motora za bočne četke koje čiste prostor.



Sl. 5.2.4. *Primjena fotodokumentacije za praćenje lokacije određenih vijaka, [23]*

Na slici 5.2.4. moguće je uočiti vrlo dobru primjenu fotodokumentacije tehničkih sustava koja se koristi za praćenje lokacije pojedinih vijaka kako bi se izbjeglo pogrešno korištenje (krivih) vijaka na mjestima za koja oni nisu namijenjeni. Uporaba krivih vijaka može narušiti strukturni integritet uređaja tako da ovakvom primjenom fotodokumentacije tehničkih sustava u početku sprječavamo takve pogreške.

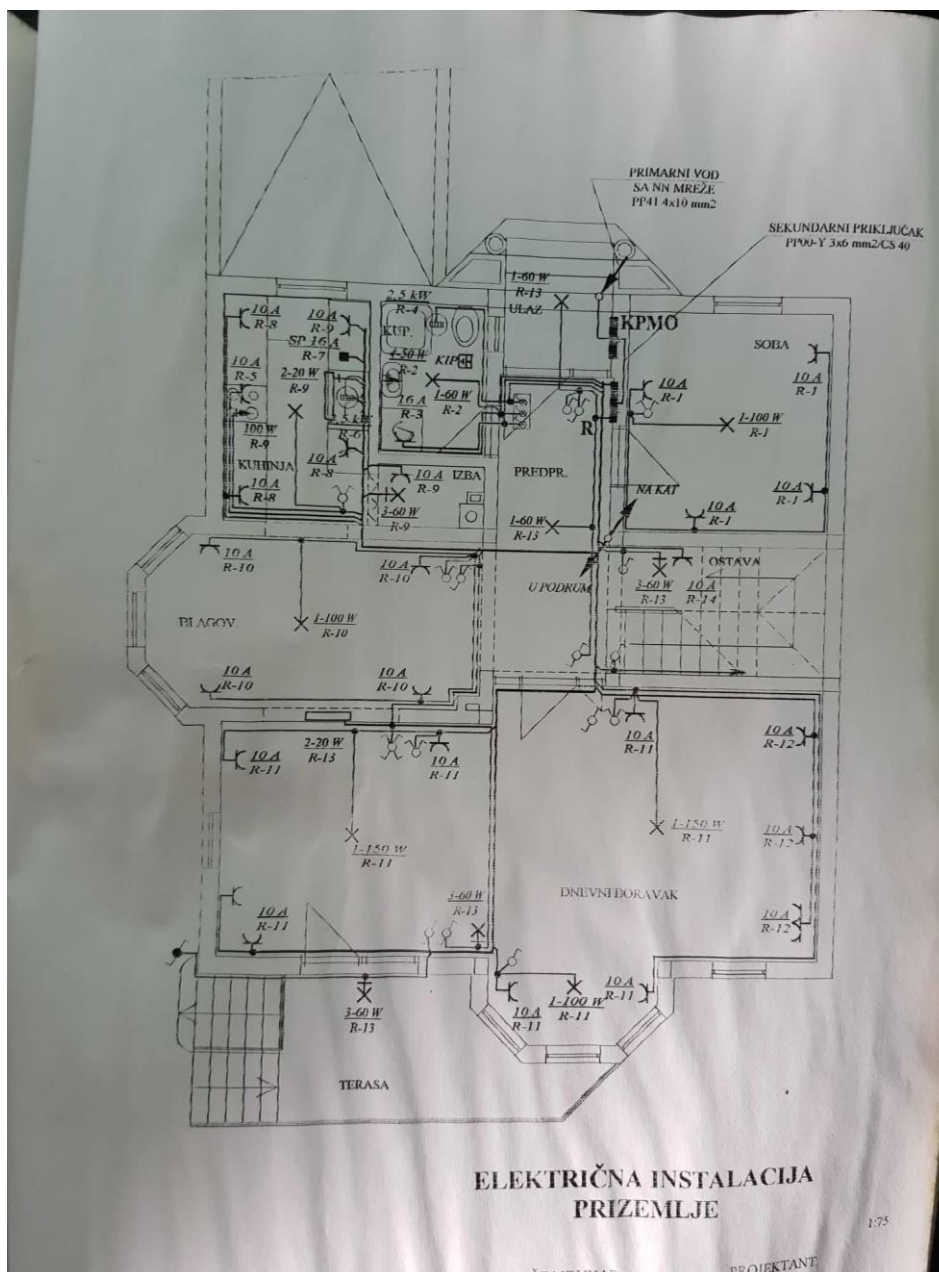
Ne samo da ovakva upotreba sprječava nastanak ovakvih problema, već nam i omogućuje lakše održavanje nakon nekog vremena kada to već bude potrebno a ne moramo nužno pamtit gdje se koji dio uređaja stavlja kada imamo već cijeli postupak fotodokumentiran u procesu rastavljanja.

Ovakva vrsta fotodokumentacije nije pogodna samo za primjenu kod servisa uređaja, razvodnih kutija i sl., već se ona može primjenjivati na gotovo sve postupke koji imaju više koraka koji se moraju odraditi ili za nešto što je vrlo bitno pa bi bilo dobro da postoji fotodokumentacija kao npr. jednopolna shema u trafostanici.

5.3. Primjena fotodokumentacije u građevini

5.3.1. Građevinska dokumentacija

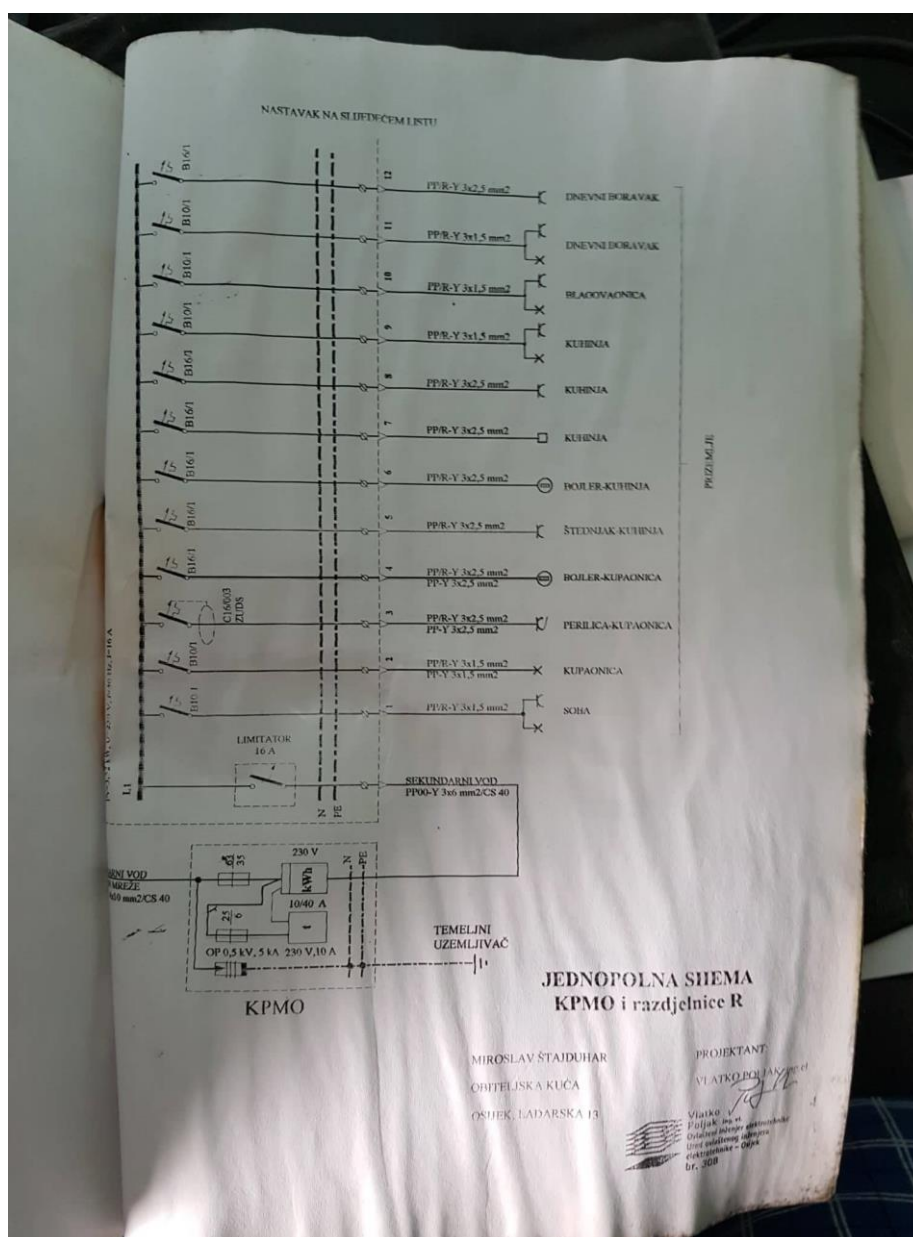
Posljednji primjer fotodokumentacije tehničkih sustava u ovom završnom radu je primjena u građevini. Kao i u prošlim primjerima, tako i u ovome možemo reći da je poželjno koristiti fotodokumentaciju, ali ne samo zbog olakšanog posla već i zbog vlastite sigurnosti.



Sl. 5.3.1.1. Fotodokumentacija električnih instalacija prizemlja kuće

Na slici 5.3.1.1. prikazana je fotografija električnih instalacija kuće. Na njoj je moguće vidjeti sve vodove koji su provedeni u tom dijelu kuće, gdje su spojeni te po kojim su zidovima provedeni. Kada bismo počeli izvoditi određene radove na zidovima na kojima su provedeni vodovi, bilo bi dobro znati gdje se oni nalaze i tu nam može pomoći fotodokumentacija električnih instalacija jer ćemo tako vrlo lako moći izbjeći vodove i potencijalne ozljede od električnog udara.

Osim samih opasnosti po život, postoje i opasnosti od rezanja voda gdje može doći do prekida rada određene utičnice ili prekidača, pa čak i prestanka opskrbe cijele prostorije električnom energijom.



Sl. 5.3.1.2. Fotodokumentacija jednopolne sheme kuće

5.3.2. Građevinski radovi

Osim dokumentacije, važno je fotodokumentirati i građevinske radove. Možemo fotodokumentirati zatečeno stanje na gradilištu prije radova, trenutno stanje na gradilištu tijekom radova te stanje nakon građevinskih radova.



Sl. 5.3.2.1. *Fotodokumentacija građevinskih radova, [24]*

Važno je fotodokumentirati sam postupak građevinskih radova kako bi se osigurao što bolji učinak radova, te spriječila potreba za dodatnim radovima ili naknadno otkrivanje pogrešno obavljenih radova.

5.3.3. Povremeno održavanje

Za povremeno održavanje može se reći da čini posljednji dio građevinskih radova. Pod povremenim održavanjem najčešće podrazumijevamo bojanje. Međutim, kod postupka bojanja je fotodokumentacija korisnija nego što bi se to u prvi mah činilo. Primjer koji govori u prilog tome je da bi se sve utičnice i prekidači trebali odspojiti i izvaditi iz zidova kako bi se osigurao što bolji učinak bojanja zidova.



Sl. 5.3.3.1. *Fotodokumentacija žica spojenih na prekidaču*

Slika 5.3.3.1. prikazuje samu primjenu kod povremenog održavanja, odnosno u ovom slučaju bojanja zidova. Prekidači moraju imati žice spojene na točno određena mjesta jer inače može doći do kratkog spoja i pregaranja osigurača. Ako se ne koriste žice različitih boja te ako se ne koriste iste kombinacije boja kod svih prekidača ili utičnica za određene spojeve, može lako doći do pogrešaka pri spajanju.

Upravo zbog toga jako je dobro fotodokumentirati postupak odspajanja pojedine utičnice ili prekidača kako bi se osigurao dobar spoj kada se završi s održavanjem, u ovom slučaju, bojanjem zidova.

Konačno, možemo reći da nam fotodokumentacija, iako nije nužna, olakšava posao koji zahtijeva određen redoslijed izvođenja ili postoje bitne informacije koje bi se trebale znati pri izvođenju tih poslova.

Na sva tri primjera možemo vidjeti samu primjenu fotodokumentaciju i njezinu važnost ponajviše u olakšavanju posla jer se ne moraju pamtiti velike količine informacija tako da, iako se čini da su sva tri primjera slična, oni prikazuju samo jedan mali dio velike količine primjene fotodokumentacije kod tehničkih sustava.

6. ZAKLJUČAK

U ovom se radu najprije može zaključiti kako je fotodokumentacija tehničkih sustava vrlo širok pojam jer se može primjenjivati gotovo svugdje. Zbog same se širine pojma najprije treba shvatiti cijela pozadina i što se sve koristi kod fotodokumentacije. Fotodokumentacija zapravo započinje od samih začetaka fotografije i fotografskih aparata. U početku nije odmah postojala fotodokumentacija tehničkih sustava, ali je s vremenom došlo i do toga.

Osim klasičnih i digitalnih fotoaparata za fotodokumentaciju se mogu koristiti i kamere na mobitelima, za čiju je primjenu čak zabilježen i porast zbog broja korisnika s mobilnim uređajima. Također se iz grafova može primijetiti kako svake godine sve više rastu cijene digitalnih fotoaparata, ali isto tako raste i rezolucija fotoaparata. Osim cijene i rezolucije, vrlo su važni formati koji se koriste za snimanje digitalnim fotoaparatima te kako bi bilo najbolje fotografije nastale klasičnim fotoaparatima zaštititi od nepovoljnih uvjeta.

Fotodokumentacija tehničkih sustava najbolje se može shvatiti kroz primjere zbog same širine područja fotodokumentacije, te baš zbog te širine pojma ponekad ni sami nismo svjesni toga da zapravo vršimo proces fotodokumentacije. Nekada je to fotodokumentacija tehničkih sustava, a ponekad nečega drugog, no fotodokumentacija će uvijek biti vrlo važan dio dokumentiranja te će se pojavljivati sve dok imamo pristup fotoaparatima ili mobilnim uređajima koji imaju kamere.

LITERATURA

- [1] V. Hubka, W. E. Eder, Theory of Technical Systems, Springer-Verlag, 1988.
- [2] Dokumentacija [online], enciklopedija.hr, dostupno na:
<http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=15753> [12.6.2019.]
- [3] Crtež [online], hr.wikipedia.org, dostupno na: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Crte%C5%BE>
[12.6.2019.]
- [4] L. Lipošinović, Nacrtna geometrija, ELEMENT, Zagreb, 1998.
- [5] Introduction to the Monge's Method of Projections [online], grad.hr, dostupno na:
http://www.grad.hr/geomteh3d/Monge/01uvod/uvod_eng.html [13.6.2019.]
- [6] M. Opalić, M. Kljajin, S. Sebastijanović, Tehničko crtanje. Drugo izdanje, ZRINSKI d.d., Čakovec, 2007.
- [7] K. Kraus, Photogrammetry, Geometry from Images and Laser Scans, Walter de Gruyter, Berlin/New York, 2004.
- [8] G. Konecny, Geoinformation: Remote Sensing, Photogrammetry and Geographic Information Systems, CRC Press, 2014.
- [9] Douglas A. Skoog, F. James Holler, Stanley R. Crouch, Principles of Instrumental Analysis, Thomson Brooks/Cole, 2007.
- [10] D. L. Pavia, G. M. Lampman, G. S. Kriz, J. R. Vyvyan, Introduction to Spectroscopy, CENGAGE Learning, 2013.
- [11] M. Bass, C. DeCusatis, J. Enoch, V. Lakshminarayanan, G. Li, C. MacDonald, V. Mahajan, E. Van Stryland, Handbook of Optics, Third Edition, Volume II: Design, Fabrication and Testing, Sources and Detectors, Radiometry and Photometry, Mc Graw Hill, 2009.
- [12] W. R. McCluney, Introduction to Radiometry and Photometry, Artech House, Boston/London, 1994.

- [13] M. Smokvina, Od dagerotipije do digitalne fotografije, *Informatica museologica*, No. 3-4, Vol. 31, str. 137-149, veljača 2001.
- [14] Povijest fotografskih pozitiva i negativa - identifikacija i mogućnosti zaštite materijala [online], Valentina Prepolec, završni rad, dostupno na:
<https://repozitorij.ffos.hr/islandora/object/ffos:2365/preview>
- [15] History of photography [online], en.wikipedia.org, dostupno na:
https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_photography [16.6.2019.]
- [16] J. C. Maxwell, W. D. Niven, *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*, Vol. 1, Dover Publications, New York, 2003.
- [17] Photograph [online], en.wikipedia.org, dostupno na:
<https://en.wikipedia.org/wiki/Photograph> [17.6.2019.]
- [18] Raw image format [online], en.wikipedia.org, dostupno na:
https://en.wikipedia.org/wiki/Raw_image_format [5.7.2019.]
- [19] J. Nakamura, *Image Sensors and Signal Processing for Digital Still Cameras*, CRC Press, 2005.
- [20] Josip Papež, Hrvoje Glavaš, Ivanka Ferčec, "Digital photography in maintenance of technical systems", znanstveni rad u postupku objave
- [21] Glavni projekt Državne ergele Đakovo i Lipik [online], dedl.hr, dostupno na:
<http://dedl.hr/wp-content/uploads/2018/07/MAPA-3-GLAVNI-PROJEKT-Ergela-Elektro-projekt.pdf> [15.8.2019.]
- [22] iFixit [online], ifixit.com, dostupno na:
<https://www.ifixit.com/Guide/Samsung+Galaxy+S8++Battery+Replacement/105681>
[15.8.2019.]
- [23] iFixit [online], ifixit.com, dostupno na:
<https://www.ifixit.com/Guide/iRobot+Roomba+880+Side+Brush+Motor+Replacement/88832>
[29.8.2019.]

[24] Građevinski radovi [online], 381info.com, dostupno na:

<https://www.381info.com/kovacica/gradjevinske-firme-usluge/gradevinski-radovi-standard>

[29.8.2019.]

SAŽETAK

Zadatak ovog završnog rada je opisati i bolje objasniti pojam fotodokumentacije tehničkih sustava te na primjerima pobliže objasniti praktičnost i upotrebu takve dokumentacije. Kako bi se takav pojam shvatio, treba krenuti od početka dokumentacije te dati pregled povijesnog razvoja fotografije i fotoaparata. U radu su opisane pojedine prednosti i nedostaci određenih fotoaparata kao i razlike između klasičnih i digitalnih fotoaparata. Osim razlika, navedene su njihove primjene te povučene poveznice s fotodokumentacijom. Također je napravljena i tablica iz koje su izvučene prosječne vrijednosti za cijene i rezoluciju digitalnih fotoaparata kroz godine te su prikazane na dva grafa. Konačno, fotodokumentacija tehničkih sustava objašnjena je na tri primjera koji pobliže objašnjavaju prednosti korištenja fotodokumentacije u određenim okolnostima te je na takav način fotodokumentacija tehničkih sustava najlakše shvatljiva kao pojam.

Ključne riječi: fotodokumentacija, tehnički sustavi, dokumentacija, digitalni fotoaparati, rezolucija

ABSTRACT

Photodocumentation of technical systems

The purpose of this final paper is to describe and explain in detail the term photodocumentation of technical systems and also to explain the practicality and uses of such documentation. In order to understand such term, we should start from the first appearances of documentations and go through historical development of photography and cameras. Advantages and drawbacks of specific cameras as well as differences between classical cameras and digital cameras are described in this final paper. Furthermore, their applications are listed and linked to photodocumentation. Furthermore, average values referring to price and resolution of digital cameras throughout the years are presented in the table and these values are shown in two graphs. Finally, photodocumentation of technical systems is explained by means of three examples that explain in more detail the benefits of using photodocumentation in certain circumstances, making photodocumentation of technical systems to be most easily understood as a term.

Keywords: photodocumentation, technical systems, documentation, digital cameras, resolution

ŽIVOTOPIS

Josip Papež rođen je 1996. godine u Osijeku. Pohađao je Osnovnu školu Jagode Truhelke u Osijeku. Srednju Elektrotehničku i prometnu školu završava 2015. godine te upisuje Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija u Osijeku, smjer Računarstvo. Tijekom 2017. godine radio je preko studentskog ugovora kao agent na tehničkoj podršci, a 2018. i 2019. godine u tvrtki EKOTIP d.o.o. kao službenik na parkiralištu.